

# 上海青草沙水库水质调查与评价

周超<sup>1</sup>, 高乃云<sup>1</sup>, 赵世瑕<sup>1,2</sup>, 楚文海<sup>1</sup>

(1. 同济大学 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092; 2. 苏州市自来水公司, 江苏 苏州 215000)

**摘要:** 分别从常规理化指标、有机物指标、藻类和营养盐指标 4 个方面对上海新水源地青草沙水库进行水质调查, 并采用水污染指数法对其进行水质评价。结果表明, 各指标变化均与水中藻类生长有关。包括总氮评价时, 5 号点水质为劣 V 类, 水库水质整体为 IV 类; 不包括总氮评价时, 5 号点水质在 III 类以上, 3 号点水质在 II 类以上, 水库水质整体为 II 类。青草沙水库水质满足作为饮用水水源的要求。

**关键词:** 水库; 水质评价; 水质调查; 有机物; 水污染指数法

中图分类号: TU991

文献标识码: A

## Evaluation of Water Quality in Qingcaosha Reservoir of Shanghai

ZHOU Chao<sup>1</sup>, GAO Naiyun<sup>1</sup>, ZHAO Shijia<sup>1,2</sup>, CHU Wenhai<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Suzhou City Water Company, Suzhou 215000, China)

**Abstract:** The water quality survey was divided into four parts such as conventional physical and chemical indicators, organic matters, algae and nutrients indicators. Water pollution index (WPI) was adopted to evaluate the water quality. The results show that indicator changes are all linked to the growth of algae in water. Considering total nitrogen, water quality of site 5 is even up to V inferior class, the reservoir as a whole for IV class; without total nitrogen, water quality of site 5 is above III class, water quality of site 3 is above II Class, the reservoir as a whole for II class. The Qingcaosha reservoir as a drinking water source can fully meet water quality requirements.

**Key words:** reservoir; water quality evaluation; water quality investigation; organic matters; water pollution index (WPI)

生活、工业和农业的快速发展需求充足的水量和良好的水质<sup>[1]</sup>, 而近年来过量的生活和工业污水排放已严重超出河水的自净能力, 使自然水质恶化<sup>[2]</sup>, 危害公共健康<sup>[3]</sup>。由水污染导致的水资源短缺已成为限制可持续发展的至关重要因素<sup>[4]</sup>。目前上海市自来水厂以黄浦江为主要饮用水源, 长江为辅助水源。由于上海地处太湖流域下游, 所以黄浦江上游水质不仅受江苏、浙江来水的影响, 还受上海市大量生活和工业污水污染, 水质仅为 III 到 IV 类。因此, 上海被列为全国 36 个水质型缺水城市之一, 更是联合国预测 21 世纪饮用水缺乏的世界六大城市之一。长江水质相对优于黄浦江, 上海市有关部门投入巨资修建了避咸蓄淡的青草沙水库, 容积达 7 亿 m<sup>3</sup>, 作为上海市新水源地, 具有淡水资源充足、水质优良稳定、水源易保护、运行成本低等优势<sup>[5]</sup>, 建成后供水规模占全市原水供应的 50% 以上, 受益人口超过 1000 万人。其水质好坏直接关系到人民群众的生命健康, 因此全面进行上海青草沙水库水质调查, 对水库水质进行评价具有非常重要的现实意义。

## 1 实验内容与方法

本试验研究目的是通过对上海青草沙水库水质的调查和评价, 为其作为饮用水水源的水处理工艺选择及饮用水安全保障技术研究提供参考依据。实验内容包括: 对上海青草沙水库水质变化情况进行检测, 时间为 2009 年 4 月到 12 月。分别从水库的库首、库中、库尾取样, 以期反映水库的整体情况。采样频率为每月一次, 其中 7, 8, 9 三个月加密监测, 每月实测 2 次, 共开展 12 次监测。从常规理化指标、有机

收稿日期: 2011-03-22

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX07421-002, 2008ZX07421-004); 国家“八六三”高技术研究发展计划(2008AA06A412); 住房和城乡建设部科技计划项目(2009-K7-4)

第一作者: 周超(1985—), 男, 博士生, 主要研究方向为水处理理论与技术。E-mail: zhouchaolzxm@163.com

通讯作者: 高乃云(1949—), 女, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为水处理技术及建筑给排水技术。

E-mail: gaonaiyun@sina.com

物指标、藻类和营养盐指标 4 方面对水库水质进行调查. 采用国家环境监测站推荐的地表水水质评价方法——水污染指数法(WPI)对上海青草沙水库各取样点在监测期内的水质进行评价.

上海青草沙水库由中央沙库区、青草沙库区、水库弃泥区 3 个部分组成,水域面积 66.26 km<sup>2</sup>,其中中央沙库区面积 14.28 km<sup>2</sup>;青草沙库区面积 51.98 km<sup>2</sup>(含青草沙垦区 2.18 km<sup>2</sup>);弃泥区面积 4.60 km<sup>2</sup>;环库大堤总长 48.79 km. 水库设计有效容积为 4.35 亿 m<sup>3</sup>,总容积为 5.24 亿 m<sup>3</sup>,供水规模为 719 万 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>. 采样站点布置如图 1 所示,其中 2,3,4,5,6,7 号点位为库内监测点,采样方法依据国家环保总局《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91—2002)进行现场采样.

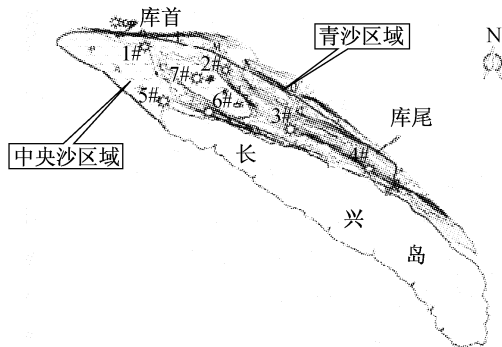


图1 采样站点布置图<sup>[5]</sup>

Fig.1 Picture of sampling sites

## 2 结果与讨论

### 2.1 水质调查结果

#### 2.1.1 pH 值

如图 2 所示,各监测点的 pH 值均处在碱性范围,且变化趋势大致相同,11 月开始,pH 显著下降.藻类生长旺盛时,光合作用消耗的 CO<sub>2</sub> 使水中氢离子减少,pH 值升高.而 11 月后,温度不适合藻类生长,故水中 CO<sub>2</sub> 量增加,pH 值降低.

#### 2.1.2 高锰酸盐(COD<sub>Mn</sub>)指数

由图 3 所示,高锰酸盐指数峰值出现在 8 月至 10 月.5 号点的有机物质量浓度明显高于其他点位,表明其水质最差.水库  $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$  最大时超过 6 mg·L<sup>-1</sup>,对应《地表水环境质量标准》Ⅳ类水质.

#### 2.1.3 五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)

由图 4 可看出,水库水  $\rho(\text{BOD}_5)$  长年在 4 mg·L<sup>-1</sup> 以下,对应《地表水环境质量标准》中的Ⅲ类水质.5,6,7 号点  $\rho(\text{BOD}_5)$  值较大,水质相对较差.9 月

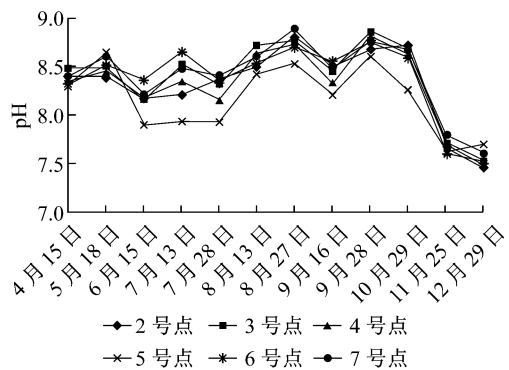


图2 各点位 pH 值随时间的变化

Fig.2 Variation of pH value with time in different sites

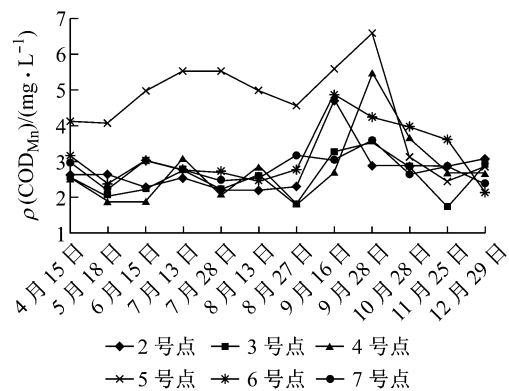


图3 各点位 COD<sub>Mn</sub> 随时间的变化

Fig.3 Variation of COD<sub>Mn</sub> with time in different sites

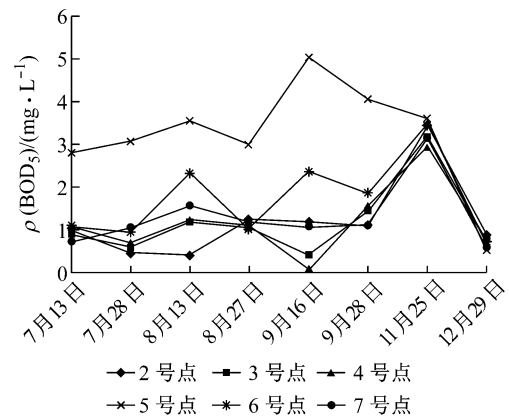


图4 各点位 BOD<sub>5</sub> 随时间的变化

Fig.4 Variation of BOD<sub>5</sub> with time in different sites

至 11 月间  $\rho(\text{BOD}_5)$  有上升阶段,原因在于藻类死亡后其组织残体氧化消耗了大量氧.由于上海青草沙水库外围保护较好,不存在工业污染,故推断藻类生长是影响其水质的主要因素之一.

#### 2.1.4 藻类

由图 5 可知,2009 年水库藻类高峰出现在 8 月至 10 月,与前面有机物指标值升高相对应.调查期间,藻类含量最高为  $7.69 \times 10^7$  个·L<sup>-1</sup>,最低为

$0.12 \times 10^7$  个  $\cdot \text{L}^{-1}$ . 从 7 月开始, 由于温度、光强等因素适合藻类生长, 5 号点藻类密度大幅增加. 而从其他点数据看, 藻类含量也有增加, 但增幅不大, 均在  $0.6 \times 10^7$  个  $\cdot \text{L}^{-1}$  以下. 表明水库整体藻类密度相对较小.

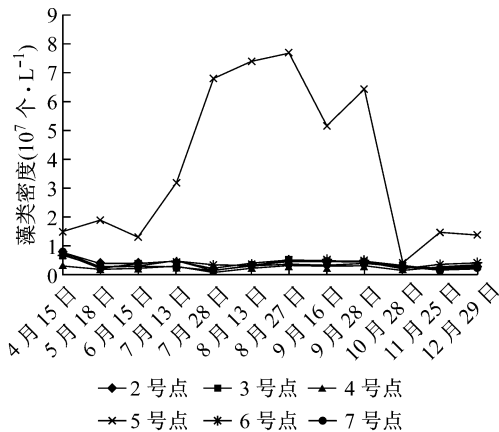


图 5 各点位藻类密度随时间的变化  
Fig.5 Variation of algae density with time in different sites

周金金等<sup>[6]</sup>对青草沙水库中氮磷质量浓度的研究表明, 水库水氨氮质量浓度较低, 在  $0.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  以下, 亚硝酸盐氮<sup>[7]</sup>与硝酸盐氮质量浓度分别在

$0.1$  和  $2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  以下, 而总氮质量浓度在  $0.5 \sim 2.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  之间, 总磷质量浓度均在  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  以下.

2.2 水库水质评价

水质评价是按照评价目标, 选择相应的水质参数、水质标准和评价方法, 对水体的质量利用价值及水的处理要求作出评定. 其目标在于能准确地指出水体的污染程度, 了解掌握主要污染物对水体水质的影响程度以及将来的发展趋势, 为水资源的保护和综合应用提供原则性的方案和依据.

本文采用水污染指数法(WPI)<sup>[8]</sup>, 以《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中 pH 值, 溶解氧(DO), 高锰酸盐指数( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )、五日生化需氧量( $\text{BOD}_5$ )、氨氮<sup>[6, 9]</sup>、总磷(TP)<sup>[6]</sup>和总氮(TN)<sup>[6]</sup> 7 项地表水环境质量标准基本项目进行评价. 首先是根据 GB3838—2002 规定的标准值, 确定各项水质单个指标质量浓度值对应的水质类别, 然后由公式(1)计算出污染指数, 再由公式(2)得出监测点位的污染指数. 按照表 1 中水质类别与水污染指数值的对应关系, 确定各监测点位的的水质类别. 考虑到总氮是我国水体中常见的超标因子, 为详细了解上海青草沙水库的污染情况, 分别对包括和不包括总氮的情况进行了评价.

表 1 水质评判指标<sup>[8]</sup>

Tab.1 Water quality evaluation index						
评判指标	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类	劣 V 类
水污染指数	$0 < I_{\text{max}} \leq 20$	$20 < I_{\text{max}} \leq 40$	$40 < I_{\text{max}} \leq 60$	$60 < I_{\text{max}} \leq 80$	$80 < I_{\text{max}} \leq 100$	$I_{\text{max}} > 100$

$$I_{\text{WPI}} = I_{\text{WPIh}} + (I_{\text{WPIh}} - I_{\text{WPIl}}) / (\rho_{\text{h}}(i) - \rho_{\text{l}}(i)) \cdot (\rho(i) - \rho_{\text{l}}(i))$$
$$\rho_{\text{l}}(i) < \rho(i) \leq \rho_{\text{h}}(i) \tag{1}$$

式中:  $\rho(i)$  为第  $i$  个水质指标的质量浓度;  $\rho_{\text{l}}(i)$  为第  $i$  个水质指标所在类别标准的下限质量浓度;  $\rho_{\text{h}}(i)$  为第  $i$  个水质指标所在类别标准的上限质量浓度;  $I_{\text{WPIl}}$  为第  $i$  个水质指标所在类别标准下限质量浓度所对应的指数值;  $I_{\text{WPIh}}$  为第  $i$  个水质指标所在类别标准上限浓度值所对应的指数值;  $I_{\text{WPI}}$  为第  $i$  个水质指标所对应的指数值.

$$I_{\text{max}} = \max(I_{\text{WPI}}) \tag{2}$$

2.2.1 2 号点水质评价

由表 2 可知, 水库 2 号点总氮  $I_{\text{WPI}}$  值最大为 92.0, 对照表 2, 水质是我国《地面水环境质量标准》(GB3838—2002) V 类;  $I_{\text{WPI}}$  值最小为 44.0, 为 III 类, 说明 2 号点位总氮指标为 III~V 类, 这与实测总氮质量浓度直接对照 GB3838—2002 规定的类别得出

的结论一致. 同时也证明 WPI 这种评价方法的可靠性. 同理, 氨氮为 I~II 类; pH 为 I 类; DO 基本上为 I 类; TP 基本上为 II 类;  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  基本上为 II 类;  $\text{BOD}_5$  基本上为 I 类. 总之, 2 号点污染程度最重因子为总氮. 氨氮, pH, DO 污染程度较轻, 其次为 TP,  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ,  $\text{BOD}_5$ . 7—8 月, 由于总氮质量浓度影响, 水体判定为 V 类; 其他时间水质相对较好, 在 III~IV 类之间, 监测期水质最好的时间为 10 月 29 日和 11 月 25 日. 不考虑总氮影响时, 水质基本在 II 类以上, 整体 III 类以上, 满足作为饮用水水源地的要求.

2.2.2 3 号点水质评价

由表 3 可知, 3 号点总氮  $I_{\text{WPI}}$  值最大为 89.2, 水质是 V 类;  $I_{\text{WPI}}$  值最小为 44.0, 对应为 III 类, 说明 3 号点的总氮指标为 III~V 类. 3 号点氨氮基本上为 I 类; pH 为 I 类; DO 基本上为 II 类, TP 基本上为 II 类;  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  基本上为 II 类;  $\text{BOD}_5$  基本上为 I 类. 3 号点污染程度最重的因子为总氮. 氨氮, pH, DO,

BOD<sub>5</sub> 污染程度较轻,其次为 TP, COD<sub>Mn</sub>. 4 月 15 日、7 月 28 日、8 月 13 日和 27 日为 V 类;其他时间水质在 III~IV 类之间,超标因子为总氮. 监测期水质最好的时间为 10 月 29 日和 11 月 25 日. 不考虑总氮影响时,监测期水质均在 II 类以上,达到生活饮用水地表水源地一级保护区的标准.

表 2 2 号点水质评价结果

Tab.2 Water quality evaluation of Site 2

取样日期	$I_{21}$	$I_{22}$	$I_{23}$	$I_{24}$	$I_{25}$	$I_{26}$	$I_{27}$	$I_{2\max}$	$I'_{2\max}$
4 月 15 日	20.0	—	26.1	—	4.0	75.2	28.8	75.2	28.7
5 月 18 日	20.0	20.0	26.5	—	10.7	65.6	21.5	65.6	26.5
6 月 15 日	20.0	20.8	22.9	—	10.7	71.2	20.5	71.2	22.9
7 月 13 日	20.0	20.0	25.3	20.0	20.7	72.0	12.3	72.0	25.3
7 月 28 日	20.0	—	22.0	20.0	20.0	92.0	22.2	92.0	22.0
8 月 13 日	20.0	20.0	22.0	20.0	31.1	86.8	27.1	86.8	31.1
8 月 27 日	20.0	—	22.9	20.0	23.3	83.6	34.9	83.6	34.9
9 月 16 日	20.0	20.0	47.2	20.0	16.1	62.0	32.5	62.0	47.2
9 月 28 日	20.0	20.0	28.8	20.0	17.2	60.8	25.4	60.8	28.8
10 月 29 日	20.0	20.0	28.9	—	11.1	44.0	37.7	44.0	37.7
11 月 25 日	20.0	20.0	28.6	37.2	11.9	53.0	26.3	53.0	37.2
12 月 29 日	20.0	20.0	30.6	20.0	25.9	72.8	24.8	72.8	30.6

注:  $I_{21} \sim I_{27}$  分别为 2 号点 pH, DO, COD<sub>Mn</sub>, BOD<sub>5</sub>, 氨氮, TN, TP 的污染指数;  $I_{2\max}$  为 2 号点包括总氮的评价结果;  $I'_{2\max}$  为 2 号点不包括总氮的评价结果; 以下类推.

表 3 3 号点水质评价结果

Tab.3 Water quality evaluation of Site 3

取样日期	$I_{31}$	$I_{32}$	$I_{33}$	$I_{34}$	$I_{35}$	$I_{36}$	$I_{37}$	$I_{3\max}$	$I'_{3\max}$
4 月 15 日	20.0	20.0	25.3	—	5.3	80.4	29.0	80.4	29.0
5 月 18 日	20.0	20.0	20.4	—	17.3	65.2	23.0	65.2	23.0
6 月 15 日	20.0	24.3	22.0	—	6.7	71.6	21.5	71.6	24.3
7 月 13 日	20.0	23.3	27.8	20.0	18.7	78.0	16.3	78.0	27.8
7 月 28 日	20.0	31.3	22.0	20.0	21.1	84.0	23.2	84.0	31.3
8 月 13 日	20.0	20.0	26.1	20.0	16.4	89.2	28.4	89.2	28.4
8 月 27 日	20.0	20.0	18.0	20.0	14.9	82.0	31.8	82.0	31.8
9 月 16 日	20.0	20.0	32.8	20.0	18.4	75.2	38.0	75.2	38.0
9 月 28 日	20.0	20.0	35.2	20.0	14.9	54.0	27.8	54.0	35.2
10 月 29 日	20.0	20.0	28.5	—	13.4	44.0	28.1	44.0	28.5
11 月 25 日	20.0	20.0	17.1	27.2	14.1	48.6	21.9	48.6	21.9
12 月 29 日	20.0	20.0	29.4	20.0	26.2	74.4	22.3	74.4	29.4

### 2.2.3 4 号点水质评价

由表 4 可知, 4 号点总氮  $I_{\text{WPI}}$  值最大为 95.6, 水质是 V 类;  $I_{\text{WPI}}$  值最小为 48.0, 水质对应为 III 类, 说

明库中 4 号点总氮指标为 III~V 类. 氨氮为 I~II 类; pH 为 I 类; DO 为 I~III 类; TP 基本上为 II 类; COD<sub>Mn</sub> 为 I~III 类; BOD<sub>5</sub> 均为 I 类. 4 号点在 4 月 15

表 4 4 号点水质评价结果

Tab.4 Water quality evaluation of Site 4

取样日期	$I_{41}$	$I_{42}$	$I_{43}$	$I_{44}$	$I_{45}$	$I_{46}$	$I_{47}$	$I_{4\max}$	$I'_{4\max}$
4 月 15 日	20.0	20.0	25.3	—	2.7	95.6	32.8	95.6	32.8
5 月 18 日	20.0	20.0	18.8	—	14.0	67.2	23.8	67.2	23.8
6 月 15 日	20.0	26.4	18.8	—	16.0	74.8	21.5	74.8	26.4
7 月 13 日	20.0	20.0	31.0	20.0	21.4	77.6	8.2	77.6	31.0
7 月 28 日	20.0	40.2	20.4	20.0	21.0	80.0	14.5	80.0	40.2
8 月 13 日	20.0	20.0	28.6	20.0	21.7	92.8	31.6	92.8	31.6
8 月 27 日	20.0	—	18.0	20.0	14.1	85.6	36.9	85.6	36.9
9 月 16 日	20.0	20.0	27.2	20.0	18.9	60.0	28.3	60.0	28.3
9 月 28 日	20.0	20.0	55.2	20.0	20.7	61.2	27.8	61.2	55.2
10 月 29 日	20.0	21.3	36.3	—	10.3	48.0	26.4	48.0	36.3
11 月 25 日	20.0	20.0	26.9	20.0	10.3	50.5	21.2	50.5	26.9
12 月 29 日	20.0	20.0	26.9	20.0	23.6	72.6	22.0	72.6	26.9

日、8月13日和27日为Ⅴ类,其他时间水质在Ⅲ~Ⅳ类之间,超标因子为总氮、氨氮、pH、BOD<sub>5</sub>。污染程度较轻,其次为DO、TP、COD<sub>Mn</sub>。监测期水质最好的时间为10月29日和11月25日。不考虑总氮影响时,除了7月28日和9月28日,水质均在Ⅱ类以上,整体Ⅲ类以上,完全满足作为饮用水水源地的要求。

#### 2.2.4 5号点水质评价

由表5可知,5号点总氮 $I_{\text{WPI}}$ 值最大为100.8,水质是劣Ⅴ类; $I_{\text{WPI}}$ 值最小为49.3,水质对应为Ⅲ类,

说明5号点总氮为Ⅲ~劣Ⅴ类。氨氮为Ⅰ~Ⅱ类;pH为Ⅰ类;DO基本上为Ⅰ~Ⅲ类;TP基本上为Ⅱ类;COD<sub>Mn</sub>为Ⅱ~Ⅳ类;BOD<sub>5</sub>为Ⅰ到Ⅳ类。5号点在4月到8月为Ⅴ类,5月18日甚至达到劣Ⅴ类;9月之后在Ⅲ~Ⅳ类之间,超标因子为总氮、氨氮、pH。污染程度较轻,其次为DO、BOD<sub>5</sub>、TP、COD<sub>Mn</sub>。监测期水质最好的时间为11月25日和12月29日。不考虑总氮影响时,除了9月28日,水质均在Ⅲ类以上,完全满足作为饮用水水源地的要求。

表5 5号点水质评价结果

Tab.5 Water quality evaluation of Site 5

取样日期	$I_{51}$	$I_{52}$	$I_{53}$	$I_{54}$	$I_{55}$	$I_{56}$	$I_{57}$	$I_{5\text{max}}$	$I'_{5\text{max}}$
4月15日	20.0	20.0	41.3	—	8.0	90.0	29.5	90.0	41.3
5月18日	20.0	20.0	40.8	—	9.3	100.8	35.3	100.8	40.8
6月15日	20.0	37.7	49.8	—	13.3	96.8	33.5	96.8	49.8
7月13日	20.0	44.0	55.3	20.0	31.4	88.0	31.3	88.0	55.3
7月28日	20.0	24.1	55.3	23.6	35.6	96.0	34.6	96.0	55.3
8月13日	20.0	52.0	49.8	42.0	26.2	86.8	38.1	86.8	49.8
8月27日	20.0	—	45.7	20.4	22.3	91.2	51.5	91.2	51.5
9月16日	20.0	31.5	56.0	70.5	17.1	76.0	46.0	76.0	56.0
9月28日	20.0	20.0	63.0	60.5	22.7	80.0	45.8	80.0	63.0
10月29日	20.0	20.0	31.4	—	14.1	56.0	41.3	56.0	41.3
11月25日	20.0	20.0	24.5	44.0	15.6	51.5	30.7	51.5	44.0
12月29日	20.0	20.0	28.6	20.0	29.1	49.3	30.0	49.3	30.0

#### 2.2.5 6号点水质评价

由表6可知,6号点总氮 $I_{\text{WPI}}$ 值最大为96.0,水质是Ⅴ类; $I_{\text{WPI}}$ 值最小为44.0,水质对应为Ⅲ类,说明6号点总氮指标为Ⅲ~Ⅴ类。氨氮为Ⅰ~Ⅱ类;pH为Ⅰ类;DO为Ⅰ类;TP基本上为Ⅱ类;COD<sub>Mn</sub>基本上为Ⅱ类;BOD<sub>5</sub>基本上为Ⅰ类水质。6号点在4月15日、7月13日、8月13日和9月28日为Ⅴ类,其

他时间水质在Ⅲ~Ⅳ类之间,超标因子为总氮、氨氮、pH、DO。污染程度较轻,其次为BOD<sub>5</sub>、TP、COD<sub>Mn</sub>。监测期水质最好的时间为10月29日和11月25日。不考虑总氮影响时,除了9月16日,水质均在Ⅱ类以上,整体Ⅲ类以上,完全满足作为饮用水水源地的要求。

#### 2.2.6 7号点水质评价

表6 6号点水质评价结果

Tab.6 Water quality evaluation of Site 6

取样日期	$I_{61}$	$I_{62}$	$I_{63}$	$I_{64}$	$I_{65}$	$I_{66}$	$I_{67}$	$I_{6\text{max}}$	$I'_{6\text{max}}$
4月15日	20.0	—	31.5	—	13.3	81.2	33.3	81.2	33.3
5月18日	20.0	20.0	23.7	—	26.9	65.6	23.8	65.6	26.9
6月15日	20.0	20.0	30.2	—	12.0	75.2	23.0	75.2	30.2
7月13日	20.0	20.0	27.8	20.0	17.1	87.6	16.3	87.6	27.8
7月28日	20.0	20.0	26.9	20.0	18.7	68.0	27.4	68.0	27.4
8月13日	20.0	20.0	24.5	20.0	18.7	92.0	30.3	92.0	30.3
8月27日	20.0	—	27.8	20.0	27.5	79.0	39.0	79.0	39.0
9月16日	20.0	20.0	48.8	20.0	16.8	64.0	32.5	64.0	48.8
9月28日	20.0	20.0	42.4	20.0	23.4	96.0	32.9	96.0	32.9
10月29日	20.0	20.0	39.6	—	10.3	44.0	37.6	44.0	39.6
11月25日	20.0	20.0	35.9	39.6	10.3	52.2	23.9	52.2	39.6
12月29日	20.0	20.0	21.2	20.0	23.0	65.6	22.5	65.6	23.0

由表7可知,7号点总氮 $I_{\text{WPI}}$ 值最大为87.6,原水水质是Ⅴ类; $I_{\text{WPI}}$ 值最小为40.8,水质对应为Ⅲ

类,说明7号点总氮指标为Ⅲ~Ⅴ类。氨氮为Ⅰ~Ⅱ类;pH为Ⅰ类;DO基本上为Ⅰ类;TP基本上为Ⅱ类

水质;COD<sub>Mn</sub>为Ⅱ类;BOD<sub>5</sub>基本上为Ⅰ类.7号点在4月15日、7月13日、8月13日为Ⅴ类,其他时间水质在Ⅲ~Ⅳ类之间,超标因子为总氮、氨氮,pH,DO,BOD<sub>5</sub>污染程度较轻,其次为TP,COD<sub>Mn</sub>.监测

期水质最好的时间为10月29日和11月25日.不考虑总氮影响时,除了7月28日、8月27日和9月16日,水质均在Ⅱ类以上,整体Ⅲ类以上,完全满足作为饮用水水源地的要求.

表7 7号点水质评价结果

Tab.7 Water quality evaluation of Site 7

取样日期	$I_{T1}$	$I_{T2}$	$I_{T3}$	$I_{T4}$	$I_{T5}$	$I_{T6}$	$I_{T7}$	$I_{Tmax}$	$I'_{Tmax}$
4月15日	20.0	—	39.5	—	6.7	87.6	28.5	87.6	39.5
5月18日	20.0	20.0	22.0	—	12.0	61.6	22.8	61.6	22.8
6月15日	20.0	36.0	30.2	—	14.7	77.6	23.0	77.6	36.0
7月13日	20.0	23.3	27.8	20.0	14.1	87.6	23.2	87.6	27.8
7月28日	20.0	20.0	24.5	20.0	24.9	68.0	42.0	68.0	42.0
8月13日	20.0	20.0	25.3	20.0	29.5	87.6	31.0	87.6	31.0
8月27日	20.0	—	31.8	20.0	23.3	75.2	44.9	75.2	44.9
9月16日	20.0	20.0	30.4	20.0	15.9	68.0	42.4	68.0	42.4
9月28日	20.0	20.0	36.0	20.0	17.9	56.0	36.0	56.0	36.0
10月29日	20.0	20.0	26.4	—	12.6	40.8	36.4	40.8	36.4
11月25日	20.0	20.0	28.6	26.4	13.4	42.7	29.9	42.7	29.9
12月29日	20.0	20.0	23.7	20.0	28.5	50.1	28.0	50.1	28.5

### 3 结论

2009年4月到2009年12月,从常规理化指标、有机物指标、藻类和营养盐指标4方面对水库水质进行了调查,并采用国家环境监测站推荐地表水水质评价方法——水污染指数法(WPI)对上海青草沙水库水质进行了评价.结果表明,各项指标变化均与水中藻类生长有关系,因此藻类生长是影响水库水质的重要因素.上海青草沙水库作为饮用水水源应着重加强饮用水处理中的除藻、除微污染有机物的工艺,保障饮用水水质安全.各监测点位中5号点水质最差,包括总氮的情况下,5月18日甚至低达劣Ⅴ类,水库整体为Ⅳ类水质.不包括总氮评价时,除了9月28日,水质均在Ⅲ类以上;3号点水质较好,包括总氮的情况下,4月15日、7月28日、8月13日和27日为Ⅴ类;其他时间水质在Ⅲ~Ⅳ类之间,不包括总氮评价时,监测期水质均在Ⅱ类以上.综合判断,青草沙水库水质满足作为饮用水水源地的要求.

### 参考文献:

- [1] Fadoua H A, Mouna K, Rachida B, et al. Hydrogeochemical characteristics and assessment of drinking water quality in Zeuss-Koutine aquifer, southeastern Tunisia[J]. Environ Monit Assess, 2011, 174: 283.
- [2] Yu J, Ho W T, Lu H M, et al. Study on water quality and genotoxicity of surface microlayer and subsurface water in Guangzhou section of Pearl River[J]. Environmental Monitoring

and Assessment, 2011, 174: 681.

- [3] Jindal R, Sharma C. Studies on water quality of Sutlej River around Ludhiana with reference to physicochemical parameters [J]. Environ Monit Assess, 2011, 174: 417.
- [4] Yu J, Yang Y F, Yang C C. Study on the eutrophic status and the genetic toxicity of water body in certain sections of the Pearl River and several artificial lake [J]. Journal of Chongqing University: Natural Science, 2007, 30(9): 139.
- [5] 顾玉亮, 乐勤, 金迪惠. 青草沙——上海百年战略水源地[J]. 上海建设科技, 2008, 1(1): 66.  
GU Yuliang, LE Qin, JIN Dihui. Qingcaosha—a century strategic water resource in Shanghai[J]. Shanghai Construction Science & Technology, 2008, 1(1): 66.
- [6] 周金全, 高乃云, 赵世斌, 等. 青草沙水库投入运行前原水中氮和磷动态变化特征研究[J]. 给水排水, 2010, 36(12): 49.  
ZHOU Jinjin, GAO Naiyun, ZHAO Shijia, et al. Nitrogen and phosphorus dynamic changing features of raw water before Qingcaosha reservoir operation [J]. Water & Wastewater Engineering, 2010, 36 (12): 49.
- [7] 周超, 高乃云, 楚文海, 等. 水体中亚硝酸盐生物毒性和去除的研究进展[J]. 给水排水, 2011, 37 (5): 104.  
ZHOU Chao, GAO Naiyun, CHU Wenhai, et al. Progress of study on biotoxicity and removal of nitrite in water [J]. Water & Wastewater Engineering, 2011, 37 (5): 104.
- [8] 赵世斌. 青草沙水库投入使用前水质调查与研究[D]. 上海: 同济大学环境科学与工程学院, 2010.  
ZHAO Shijia. Investigation and research on water quality of qingcaosha reservoir before putting into operation [D]. Shanghai: Tongji University. College of Environmental Science and Engineering, 2010.
- [9] 周超, 高乃云, 王文清, 等. 黄浦江原水的生产性试验研究[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39 (7): 128.  
ZHOU Chao, GAO Naiyun, WANG Wenqing, et al. Productive experiment of Huangpu River raw water [J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology: Natural Science, 2011, 39 (7): 128.